

ÍNDICE SISTEMÁTICO

	<u>PÁGINA</u>
Sumario	5
Prólogo	7
Capítulo 1. Biomasa como fuente de energía	9
Objetivos del capítulo	11
1. Biomasa: definición y concepto	12
2. Datos generales sobre la biomasa	12
2.1. Biomasa en el mundo	12
2.2. Biomasa en Europa	15
3. Fuentes de biomasa	20
3.1. Biomasa industrial	22
3.2. Biomasa agrícola	25
3.3. Cultivos energéticos	26
3.4. Biomasa ganadera	28
3.5. Residuos orgánicos urbanos	31
3.6. Biomasa forestal	33

4. Consideraciones ambientales al uso de la biomasa	37
4.1. Efecto invernadero	37
4.2. Emisiones y biomasa	40
4.3. Otras consideraciones ambientales	43
5. Caracterización de la biomasa	45
5.1. Poder calorífico de la biomasa	46
5.1.1. Poder calorífico superior e inferior	48
5.1.2. Poder calorífico superior	48
5.1.3. Poder calorífico inferior	51
5.2. Humedad	52
5.3. Análisis elemental	54
5.4. Materias volátiles	57
5.5. Porcentaje de cenizas	58
5.6. Fusibilidad de las cenizas	60
5.7. Distribución del tamaño	61
5.8. Densidad	62
5.9. Toma de muestras	63
Anexos del capítulo	65
Conceptos básicos	67
Referencias bibliográficas	67
Capítulo 2. Tecnologías de combustión	69
Objetivos del capítulo	71
1. Combustión de la biomasa	72
1.1. Proceso de combustión	72
1.2. Tipos de combustión	73
1.3. Etapas de la combustión	76
2. Tipos de calderas	77
2.1. Clasificación según el fluido portador	78
2.1.1. Calderas de agua caliente	78
2.1.2. Calderas de agua sobrecalentada	79
2.1.3. Calderas de vapor	80
2.1.4. Calderas de fluido térmico	81

2.2. Clasificación según la distribución del fluido y gases	82
2.2.1. Calderas pirotubulares	82
2.2.2. Calderas acuotubulares	85
2.3. Clasificación según la tecnología de combustión	86
2.3.1. Calderas de parrilla	87
2.3.1.1. Parrillas fijas inclinadas	87
2.3.1.2. Parrillas fijas vibrantes	88
2.3.1.3. Parrillas móviles viajeras	89
2.3.1.4. Parrillas móviles alternativas	90
2.3.2. Calderas de combustible pulverizado	92
2.3.3. Calderas de lecho fluido	93
3. Dispositivos de una caldera	97
3.1. Cámara de combustión	98
3.2. Paredes de agua	99
3.3. Calderín de vapor	101
3.4. Sobrecalentador	103
3.5. Economizador	105
3.6. Precalentador de aire	107
3.7. Sistemas de limpieza.....	108
4. Depuración de gases de combustión	111
4.1. Ciclones y multiciclones	112
4.2. Filtros de mangas	113
4.3. Precipitadores electrostáticos	115
Anexo del capítulo	118
Conceptos básicos	122
Referencias bibliográficas	122
Capítulo 3. Gasificación, metanización y biocombustibles	123
Objetivos del capítulo	125
1. Otras formas de biomasa	126
2. Gasificación de la biomasa	127
2.1. Proceso de gasificación.....	127

2.2. Agentes gasificantes	129
2.3. Etapas de gasificación	131
2.4. Tipos de reactores	133
2.4.1. Gasificadores de corriente ascendente o tipo directo	134
2.4.2. Gasificadores de corriente descendente o tiro invertido	135
2.4.3. Gasificadores de tiro cruzado o transversal	135
2.4.4. Gasificadores de lecho fluido	136
2.5. Depuración y tratamiento de gases	138
3. Metanización de la biomasa	141
3.1. Proceso de metanización	142
3.1.1. Recepción	143
3.1.2. Homogeneización	144
3.1.3. Digestión	144
3.1.3.1. Etapas de la digestión	145
3.1.3.2. Parámetros del proceso	147
3.1.3.3. Tipos de reactores	151
3.1.4. Desgasificación	152
3.1.5. Almacenamiento	153
3.1.6. Tratamiento de gases	154
3.1.6.1. Filtrado	156
3.1.6.2. Limpieza	156
3.1.6.3. Concentración	156
3.1.6.4. Licuefacción	157
3.2. Gas de vertedero	158
4. Biocombustibles	160
4.1. Bioetanol	161
4.2. Biodiésel	163
4.3. Combustible sostenible de aviación	165
Anexos del capítulo	173
Conceptos básicos	176
Referencias bibliográficas	176
Capítulo 4. Densificación y almacenamiento de biomasa	177
Objetivos del capítulo	179

1. Densificación de la biomasa	180
1.1. Procesos de baja densificación	180
1.1.1. Astillas	180
1.1.2. Trituradoras	181
1.1.2.1. Trituradora de cilindros	181
1.1.2.2. Trituradora de martillos.....	183
1.1.3. Astilladoras	183
1.1.3.1. Astilladoras de tambor	185
1.1.3.2. Astilladoras de disco	187
1.1.4. Equipos de trituración y astillado	187
1.1.4.1. Equipos fijos de trituración y astillado	188
1.1.4.2. Equipos móviles de trituración y astillado	189
1.1.5. Empacado	190
1.1.5.1. Empacadoras herbáceas	191
1.1.5.2. Empacadoras leñosas	193
1.1.6. Compactación	193
1.2. Procesos de alta densificación	194
1.2.1. Peletizado	194
1.2.1.1. Proceso de peletización	199
1.2.2. Briquetas	211
2. Almacenamiento	213
2.1. Consideraciones generales	213
2.2. Almacenamiento en intemperie	217
2.2.1. Almacenamiento en balsas abiertas	219
2.2.2. Depósitos	221
2.2.3. Silos de almacenamiento	222
2.2.4. Almacenamiento semicerrado	224
2.2.5. Almacenamiento cerrado	225
2.2.5.1. Almacenamiento cerrado en superficie	226
2.2.5.2. Almacenamiento cerrado con foso	228
Anexos del capítulo	230
Conceptos básicos	232
Referencias bibliográficas	232

Capítulo 5. Manipulación de la biomasa. Plantas de generación con biomasa	233
Objetivos del capítulo	235
1. Manipulación de la biomasa	236
1.1. Equipos móviles	237
1.2. Cintas transportadoras	238
1.2.1. Cintas estacionarias lineales	240
1.2.2. Cintas móviles	240
1.2.3. Cintas radiales	241
1.2.4. <i>Tripper</i>	242
1.3. Tornillos sin fin	243
1.4. Transportadores de cadenas	244
1.5. Elevadores de cangilones	245
1.6. Suelos móviles	246
2. Fuego y explosión	247
3. Depuración de gases	250
3.1. Ciclones y multiciclones	251
3.2. Filtros de mangas	252
3.3. Precipitadores electrostáticos	254
3.4. Lavadores	256
3.4.1. Lavador de gas húmedo	256
3.4.2. Lavador de gases seco	257
4. Generación de energía eléctrica	257
4.1. Ciclo de vapor	258
4.1.1. Turbina de vapor	259
4.1.1.1. Tipos de turbinas	260
4.1.1.2. Grupo turbogenerador	266
4.1.2. Sistemas de refrigeración	268
4.1.2.1. Refrigeración por agua	268
4.1.2.2. Tratamiento del agua	274
4.1.2.3. Refrigeración por aire	276
4.1.3. Consideraciones al ciclo de vapor	277
4.2. Motores de combustión interna	279

Anexos del capítulo	281
Conceptos básicos	287
Referencias bibliográficas	287

